



# **AKUSTISEN TERÄSKIELISEN KITARAN TUOTEKEHITYS**

Nollasarjavaihe

Tero Siromaa

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2012  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Modernit tuotantojärjestelmät  
Tampereen ammattikorkeakoulu



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Modernit tuotantojärjestelmät

TERO SIROMAA: Akustisen teräskielisen kitaran tuotekehitys, nollasarjavaihe

Ohjaajan nimi: Arto Jokihaara  
Tilaaajan nimi: Lottonen Guitars oy  
Opinnäytetyö 46 sivua, josta liitteitä 1 sivua  
Toukokuu 2012

---

Tämän opinnäytetyön aiheena on teräskielisen tasakantisen akustisen kitaramallin nollasarjan toteuttaminen sekä perehtyminen piensarjatuotannon tuotekehitystyön taustatekijöihin. Tuotetta sarjoitettaessa, valmistuksessa usein päädytään tuotteen ominaisuuksia heikentäviin kompromisseihin tuotannollisuuden sekä taloudellisuuden paineessa. Tässä projektissa tarkoituksena oli kiinnittää huomiota erityisesti siihen, että tuotteen laatu pysyy erittäin korkeana kappalemäärän kasvaessa. Nollasarja valmistettiin Helsingissä Lottonen Guitars oy:ssä osana yrityksen normaalia toimintaa, jonka johdosta kokemukset kyseisen kitaramallin tuote-/tuotannonsuunnitteluprosessista voidaan hyödyntää yrityksessä myös tulevien tuotantomallien suunnittelussa sekä toteutuksessa.

Tuotteen suunnittelusta vastasi Soitinrakentajamestari Juha Lottonen, jolla on vastaavien kitaramallien rakentamisesta 20 vuoden kokemus. Työryhmään kuuluu allekirjoittaneen lisäksi Ikaalisten käsi- ja taideteollisuusoppilaitoksen kitaranrakennusosaston opiskelija Tuomas Juntunen.

Osien alihankinta sekä palveluverkostoa kehitetään jatkuvasti yrityksessä eikä eri osien valmistuksesta vastaavien yhteistyökumppanien tilanne ole vielä vakiintunut. Tämän johdosta opinnäytetyön näkökulmaksi on valikoitunut moderni organisaatioiden välinen tuotekehitysmenetelmä, jossa yrityksen liiketoimintaa ja tuotekehitystä kehitetään etsimällä aktiivisesti sopivia yhteistyökumppaneita eri tehtäviin. Menetelmä sisältää epävarmuustekijöitä sekä edellyttää ongelmatilanteissa reaaliaikaista ongelmanratkaisukykyä. Pieneltä yritykseltä menetelmä vaatii paljon panostusta. On haasteellista löytää riittävästi tuotekehitystyössä tarvittavaa resursointia, jottei tuotekehitystä tehdä liiaksi ydintoiminnan kustannuksella.

Työn tuotoksena yrityksessä valmistettiin korkealaatuinen kuuden kitaran sarja laminoitulla rakenteella. Jatkotoimenpiteet ovat menetelmäsuunnittelun keinoin toteuttaa työntutkimus myynnin ja markkinoinnin tueksi sekä tuotannon käynnistämiseksi yrityksessä.

---

Asiasanat: tuotekehitysverkosto, soitinrakennus, kitaranrakennus,

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Mechanical Engineering dept.  
Modern production systems

TERO SIROMAA: R&D project for steel-string acoustic guitar, ramp-up phase

Supervisor's name: Arto Jokihaara  
Customer's name: Lottonen Guitars Ltd  
Bachelor's thesis 46 pages, appendices 1 pages  
May 2012

---

This thesis is built around the high-end flat-top acoustic guitar research and development project, and focuses on the background and problems of the small-scale manufacturing process. In this project, six series of new guitar models with laminated structures were made. Participants took great care of the quality issues during the process, which is more or less abandoned in too many cases when companies are trying to achieve more productivity and efficiency in their processes.

This project was carried out in Lottonen Guitars Ltd. in Helsinki, alongside the company's normal activities, and will be the company's guideline for their R&D projects.

Team members of the project were General Manager Mr. Juha Lottonen, who was the leading designer and the head of the project, and Tuomas Juntunen, a guitar-making student from Ikaalinen College of Crafts and Design, who was responsible for the tool and fixture making and setting up an assembly line for the guitars.

One of the main goals of this project was to develop the formula to create a network and find innovative partners for the upcoming R&D projects. These models are widely used in modern projects in western countries, offering the opportunity to change the form of the R&D team suitable for each project, which secures the best possible expertise for the projects.

As a result of this thesis, six high-end acoustic flat-top guitars were ready for manufacturing. Further actions for the company are to build a network for selling the product and strengthen the marketing, in order to balance the supply chain of the company.

---

Keywords: research and development network, instrument making, guitar building



## Sisältö

1.	JOHDANTO .....	8
2.	TOIMIALAESITTELY .....	9
3.	YRITYSESITTELY .....	11
4.	TEORIA .....	12
5.	PROJEKTIN KUVAUS .....	14
5.1	Esiselvitys .....	14
5.2	Projektisuunnitelma .....	16
5.3	Rahoitus .....	17
6.	MARKKINOINTI .....	19
7.	INVENTAARIO .....	22
8.	PROJEKTIN YHTEISTYÖKUMPPANIT .....	23
9.	RAKENNEPIIRUSTUS .....	23
10.	SIVUJEN LAMINOINTIMUOTTI .....	24
11.	LAMINAATTIKITARAN OSAT .....	30
11.1	Kitaran kaula .....	30
11.2	Kitaran kansi .....	33
11.3	Kitaran pohja .....	34
11.4	Liimalistat .....	34
11.5	Peräkappale .....	35
11.6	Kannen tukilevy .....	35
11.7	Kaulapalikka .....	36
11.8	Reunalistoitus .....	36
11.9	Rosette .....	36
11.10	Otelauta .....	37
11.11	Talla .....	38
11.12	Kaularauta .....	40

11.13 Kitaran pintakäsittely .....	40
13. POHDINTA .....	43
14. LÄHTEET .....	45
15. LIITTEET .....	46

## 1. JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää tuotekehitysmenetelmä sekä valmistaa Lottonen Guitars oy:n tuotevalikoimaan kitaramalli, joka valmistettavuudeltaan huomioisi paremmin perinteisen käsityövaltaisen tuotesuunnittelun sijaan tuotannolliset ja taloudelliset näkökohdat. Tuotekehitysprosessi ulkoistetaan osin yrityksen ydintoiminnasta ja tutkitaan menetelmän etuja sekä haittoja klassisiin yrityksen tuotekehitysmenelmiin verrattuna.

Menetelmäsuunnittelun näkökulmasta käynnistyvällä tuotantomallilla on useita kehityskohteita, eikä kaikkea saada kuntoon yhdellä kerralla. Eräs tärkeimmistä lyhyen tähtäimen kehitystoimista yrityksessä on tuotteen valmistuksen ajankäyttösuunnitelman laatiminen, jotta todelliset valmistuskustannukset saadaan esiin ja voidaan arvioida, sekä sitä kautta kiinnittää paremmin tuotteen todelliseen valmistamiseen kuluvaan aikaan. Tutkimus nostaisi esiin myös varasto- sekä välivarastotasojen määrän ja sijainnin, jolloin päästään käsiksi tuotannon pullonkauloihin. Toinen tärkeä kehityskohde liittyy tuotteen pitempiaikaiseen markkinointiin, sillä tasaisen tuotantosuunnitelman ja asiakaslähtöisen toiminnan taustalla on tasainen kysyntä. Pienen yrityksen toiminta on lähtökohtaisesti imuohjautuvaa ja asiakaslähtöistä, jonka johdosta kysynnän tasaisuus ja ennakoitavuus ovat tärkeitä elementtejä oikea-aikaisessa sekä määräisessä tuotteen valmistuksessa. Näiden lisäksi yrityksessä voidaan miettiä, minkä tuotannon osatekijöiden kohdalla esimerkiksi automaatioasteen nostoa on mahdollista kasvattaa yrityksessä tai mitkä valmistusvaiheet saatettaisiin ulkoistaa alihankkijoille.

Kitaramallista toteutetaan kuuden kappaleen nollasarja, jonka valmistuksen aikana yrityksessä tutkitaan tuotteen valmistusta materiaalihankinnasta myyntitapahtumaan saakka. Erityisesti kiinnitetään huomiota suunnittelu/valmistusprosessin pullonkauloihin sekä alihankintaverkoston hyödyntämiseen. Tämä opinnäytetyö rajautuu nollasarjan valmistukseen sekä sen aikana toteutettavien kokonaisuuksien raportointiin.

Työn haasteena on yhdistää uniikkikappaleina valmistettujen kitaroiden korkea laatu ja sarjatyömenetelmien tehokkuus toisiinsa. Toisena merkittävänä haasteena ovat tuotekehitystyötä ulkoistettaessa eri toimijoiden erilaiset näkemykset tehtävien toteutuksen suhteen.



Tuomas Juntunen teki nollasarjan osavalmistuksesta ja kokoonpanosta oman opinnäytetyönsä Ikaalisten käsi- ja taideteollisuusoppilaitoksen Kitaranrakennuslinjalle.

## 2. TOIMIALAESITTELY

Puupäivä 2011 seminaarissa julkaistiin työ- ja elinkeinoministeriön Huonekaluteollisuuden toimialaraportti. Raportin mukaan puualalla toimivilla yrityksillä on edessään paljon haasteita. Alan kannattavuus on heikentynyt ja huonekalujen tuonti on kasvanut voimakkaasti ja vienti on vähentynyt. Alan koulutustaso on alhainen ja vientiosaamista puuttuu. Muotoilun merkitys alan menestymiseen on tärkeä. (*Huonekaluteollisuuden toimialaraportti 2011*). Soitinrakennusala on pieni, mutta melko itsenäinen haara puutuotealan sisällä, liiketoiminta on kuitenkin vahvasti sidoksissa samoihin lainalaisuuksiin ja maailmanmarkkinoiden suhdanteisiin kuin huonekaluteollisuudella. Yritystenväliset verkostot eivät ole yhtä vahvoja alihankinnan ja sopimusvalmistuksen osalta, kuin perinteisemmällä suomalaisilla toimialoilla, jonka johdosta kilpaillulla alalla menestyminen on pitkälti yritysten ja yrittäjien oman neuvokkuuden sekä verkostojen ansiota.

Massatuotanto on soitinrakennusosalalla aikoja sitten siirtynyt halvempiin maihin, mutta korkealaatuisten ja kalliiden soitinten valmistus on kuitenkin säilynyt pienissä yrityksissä niin Euroopassa kuin Yhdysvalloissakin. Maahamme on syntynyt vuodesta 1984 yrityksiä, joiden osaaminen ja tuotteet ovat nimenomaan pienillä tuotantomäärillä ja korkeilla standardeilla saavuttaneet jalansijaa äärimmäisen kilpailluilla maailmanlaajuisilla soitinmarkkinoilla. Toimialan yritykset ovat pieniä ja osaaminen on lähtökohtaisesti käsityöperinteisiin nojaavaa ja tämän perusteella yhteistoiminta yritysten välillä sekä verkostoituminen muiden maiden toimijoiden kanssa on erittäin tärkeää.

Vastoin 1995 julkaistua Suomen Itsenäisyyden Rahaston (SiTRa) julkaisemaa raporttia suomalaisen soitinrakennusteollisuuden tulevaisuudesta, ei toimiala ole näivettynyt tai kokonaan kadonnut, vaan alalla vakituisesti toimivat yritykset ovat löytäneet 20 vuoden aikana uusia markkinoita sekä vahvistaneet asemaansa nykyisillä. Raportin mukaan suurimpia tulevaisuuden uhkia suomalaiselle soitinteollisuudelle olivat vuonna 1995 Kaukoidästä tuotavat halpasoitimet. (*Sitra, toimialaraportti*). Kuitenkin vuonna 2011

voidaan nähdä markkinoiden eriytyneen näiltä osin kahtia, jolloin halpasoitintuotannon kanssa kilpailuun aikoinaan lähteneet perinteiset suomalaiset soitinyritykset ovat ajautuneet yksi kerrallaan konkurssiin, mutta itsepintaisesti korkealla profiililla laadukkaita soittimia valmistavat pienyritykset ovat pystyneet mukautumaan markkinoihin ja saamaan riittävästi tilauksia asiakkailta, jotka eivät ole kiinnostuneita mahdollisimman huonoista ja halvoista tuotteista. Halpatuonnin kasvun mukana on huomattavasti kasvanut myös soitinten huolto ja korjaustarve, joka pääsääntöisesti on ollut osana alalla toimivien yritysten liiketoimintaa. Tilanne vuonna 2012 on usealle alan yritykselle aiheuttanut lisätöivoiman tarpeen, joka on suomalaisessa soitinrakennushistoriassa merkittävä yksittäinen koko alan työllisyyteen sekä liikevaihtoon positiivisesti vaikuttava tekijä.

Tilastokeskuksen julkaiseman Tieto ja trendit – lehden Aku Alasen kirjoittaman artikkelin mukaan soittimien valmistus suomessa on 1-2 hengen yritysten käsissä. 2000 luvulla soitinten teollisen valmistuksen arvo alalla on vaihdellut jonkin verran, mutta kokonaisuudessaan toimiala on liikevaihdoltaan pieni, noin 8 miljoonaa euroa. Soittimien ja muun musiikkitarpeiden tukku- sekä vähittäiskaupan kokonaisarvo on Alasen mukaan noin 100–110 milj. euroa, joten kansantalouden mittareiden valossa toimialan merkitys jää edelleen varsin vähäiseksi. (*Miljardin klusteri - kasvu keikoilla ja peleissä*)

Soittimien valmistus on alalla toimivien pienyritysten käsissä, joita 1984 vuodesta alkaen on syntynyt maahamme yli 100. Usko suomalaiseen laatutyöhön säilyy alan yrityksissä sekä asiakaskunnassa vahvana ja monipuolinen palveluiden sekä joustava tuotteiden tarjonta takaa eteenpäin nojaavalla nuorella alalla työskenteleville työtä vuosiksi eteenpäin.

### 3. YRITYSESITTELY

Lottonen Guitars Oy on Helsingissä toimiva kitaroihin ja muihin näppäiltävien kielisointien valmistukseen, korjaukseen ja huoltoon erikoistunut yritys. Yrityksen omistaa Juha Lottonen, joka aloitti toimintansa 1990-luvun alussa toiminimellä ja muutti yritysmuodon osakeyhtiöksi liikekumppaninsa Lauri Tannerin kanssa vuonna 2003. Yritys työllistää omistajansa lisäksi tällä hetkellä yhden vakituisen sekä yhden osa-aikaisen työntekijän.

Yritys tuo itse maahan tuotannossaan tarvitsemansa komponentit suoraan valmistajilta tai hyödyntää suuria alalle vakiintuneita tukkuportaita. Päästrategia yrityksellä ostoissa on luoda yhteistyöverkostoja laadukkaisiin pienempiin komponenttivalmistajiin, jolloin yhteistyöstä hyötyvät molemmat osapuolet myös markkinoinnissaan. Yrityksen liikevaihto tämän opinnäytetyön aloittamisaikaan oli n. 100 000€. Lottonen Guitars:lla on oma soitinmallisto jonka tuotanto ja myynti kattavat noin puolet yrityksen liikevaihdosta. Pääosa soittimista valmistetaan tilauksesta suoraan asiakkaille, mutta joissain tapauksissa on jo pidempään ollut tarvetta massaräätälöinnillä sekä sarjoittamalla valmistaa yleisemmin kysyttyjä malleja.

Valtaosa uusien soitinten myynnistä tapahtuu kotimaahan musiikin ammattilaisille, harrastajille ja opiskelijoille. Markkinoinnin levittäminen rajojen ulkopuolelle on luonnollinen ja välttämätön kehityssuunta haettaessa kasvua yritykselle, josta johtuen kansainvälinen markkinointi on otettu 2005 alkaen harkituin liikkein mukaan toimintaan. Strategisesti tärkeän linjauksen mukaan on löydettävä luotettavat yhteistyökumppanit myynnin ja markkinoinnin osalta, jotta kansainvälinen toiminta tukee yrityksen kasvua tulevaisuudessa.

#### 4. TEORIA

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys olisi voitu valita useasta eri näkökulmasta. Käytävissä olisi ollut esimerkiksi projektinhallinta, liiketalous tai tuotantotekniikka. Parhaiten työn taustalla toimivia lainalaisuuksia vastaa kuitenkin mielestäni tuotekehityksen ja menetelmäsuunnittelun teoriapohjat, joita vasten työtäni peilaan. Valinta perustuu osittain opinnäytetyön aiheena olevan kitaramallin kehitystyöhön, mutta myös opinnäytetyön jälkeisiin yrityksen sisäisiin kehittämishaasteisiin, jolloin yritystoiminnan kehittäminen on jatkuva prosessi, eikä rajoitu tähän opinnäytetyöprojektiin.

Menetelmäsuunnittelu kiteytettynä tarkoittaa yrityksen valmistamien tuotteiden tuotannon kokonaisvaltaista tarkastelua, jonka tarkoituksena on tuottavuuden lisääminen sekä kustannusten pienentäminen. Suunnittelussa kiinnitetään huomiota tuotannossa mahdollisesti eteen tuleviin pullonkauloihin ja valmistuksen hallintaan, jotta esim. mahdollinen osien valmistuksen ulkoistaminen olisi helpompi laskea. Projektissa pyrittiin tuotteen valmistettavuuden parantamiseen menetelmäsuunnittelun eri osa-alueilla sekä yksinkertaistamaan tuotteen valmistusta.

Menetelmäsuunnittelun tärkeänä osana tässä projektissa hyödynnettiin myös uutta tietoa tuotekehitysmahdollisuuksien toteuttamisesta pk-sektorilla, jota 2000-luvulla on tutkittu mm. VTT:n leanver-hankkeessa. (*Tuotekehitysverkostojen uudet toimintamallit, 2008*)

Kyseessä on verkottuneen tuotekehityksen hyödyntämismenetelmä, jossa tuotekehitystyötä pyritään ulkoistamaan yrityksen ulkopuolelle jolloin eri asiantuntijaorganisaatiot tuovat oman panoksensa tuotteen kehittämiseen. Suurilla yrityksillä menetelmän käyttöönotto on helpompaa ja riittävä resursointi voidaan ohjata projektiin yrityksen sisältä, mutta pienen yrityksen tuotekehitykseen suunnatut resurssit ovat luonnollisesti pienemmät. Tuotekehitysyhteistyöstä kiinnostuneiden organisaatioiden etsiminen on pienille yrityksille työläämpää ja kummankin osapuolen yhteistyöstä hyötyminen on epävarmempaa. (*Tuotekehitysverkoston uudet toimintamallit, 2008*)

Nollasarjan valmistaminen tarkoittaa tuotekehitysprosessin sitä vaihetta, jossa kaikki tuotteen valmistukseen liittyvät seikat on mietitty valmiiksi ja tuotteesta on valmistettavissa koe-erä, jossa tutkitaan valmistukseen liittyviä yksityiskohtia sekä haetaan parasta mahdollista menetelmää tuotteen valmistamiseksi. Nollasarjan tuotteet ovat käytännössä

tuotantokappaleita vastaavia tuotteita, joiden tehtävänä on varmistaa, että tuotannon käynnistyessä kaikki tuotannon osatekijät, eli materiaalit, alihankintaketjut sekä valmistus ovat kohdallaan.

Tuotekehitysprosessin viimeistelyvaiheessa yksityiskohdat lyödään lukkoon. Tämä sisältää materiaali- ja valmistusmenetelmien valinnan sekä työpiirustusten ja muun tuotedokumentaation tuottamisen. Työselostukset, asennus-, kuljetus- ja käyttöohjeet laaditaan, jotta tuotannon käynnistysvaiheessa olisi tiedot tarvittavista laitteistoista sekä työvälineistä ja tuote voidaan valmistaa ja toimittaa asiakkaalle yrityksen laatujärjestelmän mukaisesti.

Ulrich/Eppingerin *Product design and development* –kirjan mukaan nollasarjan valmistaminen sijoittuu tuotekehitysprosessin viimeiseen vaiheeseen, jossa tuote valmistetaan samalla tuotantomenetelmällä, jolla sitä tullaan valmistamaan varsinaisen tuotannon käynnistyessä. Kirjan mukaan tarkoituksena on kouluttaa työntekijät sekä korjata mahdolliset virheet tuotantoprosessissa. Valmistuneet tuotteet mahdollisesti toimitetaan niiden loppukäyttäjille tai asiakkaille, joiden palautteiden perusteella voidaan vielä säätää mahdollisia loppukäytössä ilmeneviä epäkohtia. Tässä vaiheessa varsinaisen tuotannon sekä koe-erän välillä ei enää ole kovin suurta eroa ja tavallisesti samoihin aikoihin tuote julkistetaan markkinoille ja tuotanto aloitetaan. (*Product design and development, 2004*)

## 5. PROJEKTIN KUVAUS

### 5.1 Esiselvitys

Vientivetoisena taloutena Suomi tarvitsee kasvuyrityksiä, jotka onnistuneesti kaupallistavat ideoita tuotteiksi ja palveluiksi kansainvälisille markkinoille. Tarvitaan yksilöitä, joilla on kykyä ja halua yrittäjyyteen ja maailmanmarkkinoilla toimimiseen. Kansainvälisesti tarkasteltuna Suomessa on alkavia ja kasvavia yrityksiä suhteellisen paljon, mutta kansainvälisille markkinoille eteneminen ja kasvun jatkaminen on osoittautunut vaikeaksi. Koulutettujen nuorten vähäinen kiinnostus yrittäjyyteen on yksi keskeisistä haasteista. Yritysten arvomuodostukselle keskeinen osaaminen ja muut kriittiset tuotantontekijät ovat yleensä hajautuneet moniin kumppaniyrityksiin ja t&k -organisaatioihin sekä eri alueille. Yritysten on menestyäkseen kyettävä erikoistumaan ja verkottumaan kansainvälisesti. Kansainvälistymisen julkisia ja yksityisiä tukipalveluja on runsaasti tarjolla, mutta niiden laatu vaihtelee, eivätkä ne aina vastaa kokonaisvaltaisesti yritysten tarpeisiin. Tilanne ei ole yritysten kannalta tyydyttävä. Kansainvälisille markkinoille pyrkivä yritys tarvitsee laadukasta TI-toimintaa ja näkemyksellistä liiketoimintaosaamista sekä niiden yhdistymistä kasvuhakuiseen yrittäjyyteen.

*(Tutkimus- ja innovaatiopoliittinen linjaus 2011–2015)*

Yrityksen omien yksittäiskappaleina valmistettujen mallien ohessa on vuosien varrella ilmaantunut kysyntää myös kitaramallille, joka hinnoitteluperusteiltaan asettuisi johonkin yksittäiskappaleina valmistettujen sekä laadukkaiden massatuotannolla valmistettujen kitaramallien välimaastoon. Pääpaino käsityönä valmistettujen kitaroiden hinnoittelussa on tehdyn työn määrässä, jolloin myös tähän alueeseen keskittyy tuotteen valmistuksen suunnittelussa suuri painoarvo. Tätä niin kutsuttua tuotantomallia on pitkään yrityksessä ideoitu hyvien kokemusten ja edullisemman valmistusmenetelmän vuoksi toteutettavaksi puuosien laminointimenetelmällä piensarjatuotantona.

Tuotantomallien valmistaminen on perinteisesti merkinnyt erilaisten kompromissien hyväksymistä tuotteessa ja usein tuotannon tehostamisen näkökulmasta tehdyt päätökset väistämättä ovat vaikuttaneet lopputulokseen negatiivisesti.

Tuotantomenetelmien vaiheistukseen olisi tarkoitus kiinnittää suurta huomiota valmistuksen nopeuttamiseksi ja tuotteiden tasalaatuisuuden varmistamiseksi. Olemassa oleva soitintuotanto perustuu yrityksessä työskentelevien korkealuokkaisten ammattilaisten käsityötaitoihin ja näin ollen ei kaikilta osin vastaa edullisen tuotantolinjan ideaa. Näi-

hin tulisi miettiä ratkaisuja modernien tuotantomenetelmien sekä menetelmäsuunnittelun näkökulmista.

Yrityksessä on tutkittu vuosia laminoitujen kitaramallien ominaisuuksia sekä korjaus- että valmistuspuolella. Suomessa on erittäin korkeatasoinen puurakenteiden laminointiosaaminen, joka teollisten muotoilijoiden mukaan on viimeisiä kotimaisia osaamisalueita, joita ei ole viety halpatuotantomaihin. Rakenteellisia etuja kitaravalmistuksen kannalta laminointimenetelmässä ovat mm. jännitteettömät rakenteet sekä tasalaatuinen materiaali. Ohuita soittimen osia toisiinsa liitettäessä on tärkeää, että rakenteet säilyvät jännitteettöminä, jotta soittimen värähtelyteho olisi kielten energian siirtyessä rakenteisiin maksimissaan. Materiaalin toimituserät pitkälläkin aikavälillä ovat keskenään samanlaisia, jolloin tämä helpottaa osavalmistuksen loppuvaiheita, eikä massiivipuuosien tavoin tarvitse kiinnittää samanlaista erityishuomiota esim. materiaalivahvuuden ja jäykkyyden suhteeseen. Laminoituja soittimen kansia ja pohjia on hankittu jazz- kitaramalleihin alihankkijalta, joka projektin aikana siirsi tuotantonsa halvemman tuotantokustannuksen maahan. Tämä aiheutti tarpeen tämän opinnäytetyön tekemisen aikana etsiä uusi toimittaja sekä yhteistyökumppani kotimaasta.

Yhteistyö eri osapuolten kanssa on vuosien varrella toteutunut suurelta osin yksittäisten henkilöiden oman työnsä ohella vaihtelevalla intensiteetillä mm. osavalmistuksen suunnittelun osalta Koulutuskeskus Salpauksen (Lahti), valmistuksen ja kokoonpanon osalta IKATA:n sekä allekirjoittaneen kohdalla tuotannon taustatekijöiden kehittämisen osalta TAMK:n kanssa. Yhteistyö sekä alihankintaverkoston kasvava rakentaminen on nähty hyvänä strategisena vaihtoehtona perinteiselle yrityksen itsenäiselle tuote- sekä tuotannonkehitykselle. Varjopuolena verkoston laajenemiselle on ollut aikataulujen laatiminen sekä töiden viivästyminen erilaisista yksittäisistä muuttujista johtuen. Tämän johdosta tiedon hallintaan organisaatioiden välillä tulisi kiinnittää erityistä huomiota.

Kitaran pohjan puulaminaattilevyjen puristusmuotit on valmistettu oppilastyönä Lahden Koulutuskeskus Salpauksen mallinrakennuksen opettajan toimesta. Salpauksessa on myös oppilastyönä 3-D mallinnettu akustisen kitaran kaula ja testattu ohjelmaa CNC-koneella. Ohjelmaa on viimeistelty vuoden 2009 aikana ja se on opinnäytetyön kirjoitushetkellä lähes valmiina osatuotannon aloitusta varten. Tuotantomallia varten tehtäviä

muutoksia ovat muun muassa Kitaran pään muoto sekä kaulan ja vartalon liitosmenetelmän mallinnus.

Tämänhetkisen tuote/tuotantokehityksen jarruna yrityksessä on resurssipula, johon päätös kahden opinnäytetyön liittämistä joulukuussa 2009 toi hetkellisen ratkaisun yritykselle. Laminaattikitaramallin tuotesuunnittelua on tehty oman työn ohessa ilman varsinaista resursointia. Tämän johdosta projektille haettiin Uudenmaan ELY-keskuksen rahoitusta. Projekti suunniteltiin yhteistyössä Lottonen guitars oy:n sekä TAMK:n opinnäytetyöstä vastaavan opettajan kanssa. Vastasin itse Ikaalisten käsi- ja taideteollisuuden oppilaitoksen osuudesta projektin aikana sekä Tampereen ammattikorkeakoulun opinnäytetyöhön liittyvistä yksityiskohdista.

Toteutettava projekti käynnistettiin vuoden 2010 alusta ja se eteni suunnitelman mukaisesti joustavasti hyödyntäen aikataulullisesti allekirjoittaneen henkilökohtaista opintosuunnitelmaa sekä mahdollisuuksien mukaan yrityksen tuotannon hiljaisempia jaksoja, jolloin yrityksen työntekijöillä oli paremmin aikaa perehtyä työn toteutukseen.

Toteutuksessa huomioitiin koko tuotantoketju tuotteen suunnittelusta myyntiin ja markkinointiin. Projekti rajattiin kitaramallin nollasarjaerän valmistumiseen, jonka aikana projektin etenemisestä raportoitui asianosaisille. Projekti saatiin päätökseen vuoden 2012 keväällä.

Projektin viimeistelyvaiheessa järjestettiin asianosaisten kesken katselmustilaisuus, jossa esiteltiin projektin tuotokset kokonaisuudessaan ja tehtiin yhteenveto kokemuksista projektin aikana. Projektin toteutumista verrattiin projektisuunnitelmaan sekä keskusteltiin ongelmista, niiden ratkaisuvaihtoehdoista ja parannusehdotuksista sekä mietittiin jatkosuunnitelmia.

## 5.2 Projektisuunnitelma

Projektin hallittua läpivientiä varten on tärkeää tehdä huolellinen projektisuunnitelma. Projektisuunnitelmassa nimetään projektin vastuuhenkilöt sekä kuvataan projektin sisältö, resursointi ja aikataulut. Projektisuunnitelma vaaditaan myös julkista rahoitusta haettaessa liitteeksi hakemukseen. (*Projektihallinnan käsikirja, 2002*)



### 5.3 Rahoitus

Pienenkin yrityksen tuotekehitysprojektien toteuttaminen vaatii rahoitusta ja resursointia siinä, missä ison yrityksen. Soitinrakennusalan yrityksillä ongelmana on ollut rahoitettavien tahojen vakuuttaminen yritystoiminnan uskottavuudessa sekä siinä, että soitinrakennusalaa ei ole käytännössä voitu sitoa jo olemassa oleviin toimialalokeroihin, joiden pohjalta yritystoimintaa voidaan arvioida. 2000 luvulla käynnistettyjen Luovien alojen kehityshankkeet ja näiden saama huomio ja julkisuus julkisella puolella ovat aikaansaaneet myös soitinrakennusalan ns. virallisen hyväksynnän myös julkisen rahoituksen keskuudessa. Voimakkaan edistysaskeleen ottivat ryhmä soitinrakennusalan yrityksiä saadessaan läpi 2008 soitinten vientiin ulkomaille suunnatun hankkeen jonka päärahoittajana toimii Työ ja elinkeinoministeriö. Tämän jälkeen myös paikallistason Työ ja Elinkeinokeskusten eli 2010 alusta alkaen ELY-keskusten kiinnostus soitinrakennusalaa kohtaan on hieman kasvanut. Julkinen rahoitus on alalla aiemmin ollut lähinnä yksittäisten apurahojen varassa Sitran toimialakartoituksen yhteydessä toteutetun vientihankkeen ollessa poikkeus.

Yhtä oikeaa rahoituskanavaa ei yrityksille ole, vaan vaihtoehtoja on paljon ja aina tapauskohtaisia. Vaihtoehdot ja perustiedot löytyvät muun muassa [www.yrityssuomi.fi](http://www.yrityssuomi.fi) -portaalista. Alkavan yrittäjän oppaita on paljon, joissa myös vastaavat tiedot esimerkiksi [www.ensimetri.fi](http://www.ensimetri.fi) -sivustolta. Yrityksen kehittämisavustus on yksi vaihtoehto (ja yleensä pääasiassa toimiville yrityksille sopivampi), yleisimpiä rahoitusvaihtoehtoja käsitöalan alkavalle yrittäjälle ovat starttiraha, maaseudun yritystuet ja Finnveran lainat. Kehittämisavustusta ei kannata ensimmäisenä nostaa esiin uuden yrityksen kehittämissuunnitelmassa.

Yrityksen omarahoituksen sekä riittävän T/K -resursoinnin lisäksi ELY-keskukset voivat tukea Yrityksen kehittämisavustuksella yrityksen tuotteiden ja tuotantomenetelmien kehittämistä. Vireillä olevassa työssä kyse on siis yrityksen projektista, yritys tekee projektisuunnitelman ja kustannusarvion ja voi hakea avustusta ELY-keskukselta, tässä tapauksessa siis Uudenmaan ELY-keskukselta, koska yritys toimii Helsingissä. Hankkeen tulee olla yritykselle merkittävä ja hankesuunnitelma on oltava selkeä, sillä Ely:n tuki hankkeisiin on 70 %. Usein oppilastyönä tehtävät hankkeet ovat kustannuksiltaan

vähäisiä, joten yrityksille ei lopputöistä aiheudu merkittäviä kustannuksia. Mikäli projektissa tehdään valmiita tuotteita, jotka menevät asiakkaille, joudutaan kustannusarvion avulla vähentämään myytävien tuotteiden hinta tai arvioitu myyntihinta. Tällöin ei juuri avustettavaa jää. (*Ote keskustelusta Pirkanmaan Ely-keskuksen yritysasiantuntijan kanssa syksyllä 2009*)

Yhteydenotto ja tapaaminen syksyllä 2009 yritysconsultti Henry Järvenpään (Tuoteviuhka oy) kanssa valotti julkisen rahoituksen toimintamalleja Pirkanmaalla (ELY-keskusten toimintatavat ja hakukriteerit poikkeavat toisistaan aluekohtaisesti) ja saimme vahvistusta varsinaisen projektisuunnitelman tekoa varten. Yrityksen kehittämisavustus kohdistuu siis tavallisesti prototyypin tai nollasarjan kustannuksiin ja näiden kriteereiden täyttymisen johdosta päätimme rajata tuotteen kehitysprojektin nollasarjan T/K -hankkeeksi.

Alustavan suunnitelman olemassaolo helpotti merkittävästi yhteydenottoa Uudenmaan Ely:n, jonka toimihenkilöllä oli jo puhelimitse esitettävänä tarkentavia kysymyksiä projektin sisällöistä. Tapaaminen sovittiin Lottonen Guitars oy:n toimitiloihin Helsingin Herttoniemeeseen 28.1.2010.

Toimihenkilön vierailu yrityksessä ei kuitenkaan tuottanut toivottua tulosta ja tuotekehitysprojektillemme ei myönnetty tukea Elystä, eikä projekti liity myöskään Finveran tai Tekesin tukemiin kehityshankkeisiin. Perusteluina hylkäyspäätökselle oli projektin kustannusten pienuus, vaikuttavuuden vähyys sekä valmistuskustannusten suuri osuus tuotteessa.

Projektin vaikuttavuus yritykselle itselleen kuitenkin on merkittävä, ja projektin kasvataminen suuremmaksi kasvattaisi myös riskejä suuremmiksi kuin on mielestämme järkevää tämän hetkessä tilanteessa yritykselle ottaa. Hylkäyspäätöksestä huolimatta, jatkoimme projektia omarahoitteisesti suunnitelman mukaisesti, sekä päätimme kasvat-  
taa tulevaa tuotantoa hallitusti ja järkevällä aikataululla.

Jouduimme kuitenkin miettimään nollasarjaprojektia oman työn ohessa suoritettavaksi, jolloin aikatauluteknisesti mahdollisuutemme panostaa projektiin täysipainoisesti kape-  
nivat merkittävästi.

## 6. MARKKINOINTI

S-mallista valmistui ensimmäinen kokopuinen versio jo toukokuussa 2010, jota hyödynnettiin soitinmallin esimarkkinoinnissa sekä potentiaalisen kysynnän mittaamisessa. Ensimmäisen kerran S-malli oli esillä Lottonen Guitars:n standilla Ruotsissa Göteborgin Fuzz-Guitar show:ssa 8-9.toukokuuta 2010.

Tärkeimpänä tavoitteena Fuzz- Guitar show:ssa oli esitellä malli Ruotsin jälleenmyyjälle. Kitara oli esillä myös 6.6.2010 Tampereen kitarafestivaalien yhteydessä pidetyssä ensimmäisessä Tampere Guitar showssa, jonka jälkeen soitin myytiin asiakkaalle.

Tein kesällä 2011 kartoittavan markkinointiesitutkimusmatkan Yhdysvaltoihin, jossa sijaitsevat maailman suurimmat kitaramarkkinat. Tutkimuksen aiheena oli kilpailutilanteen seuranta ja oman tuotteen asema markkinoilla. Erityistä huomiota kiinnitettiin laminoitujen rakenteiden viimeaikaiseen kehitykseen ja yleisyyteen korkealaatuisten kitaroiden rakenteissa sekä näiden soitinmallien mikrofoni-ratkaisut. Tutkimusote oli vapaamuotoinen ja tavoitteena lähinnä oli kerätä tietoa yrityksen käyttöön mahdollista markkinointiin liittyvää jatkotutkimusta varten. Tutkimuksen tuotoksena oli poikkileikkaus markkinoiden tilanteesta ja toteutettavan nollasarjan sijoittuminen markkinoille. Vuosien varrella markkinat ovat avautuneet muun muassa Internetin välityksellä uudella tavalla myös eurooppalaisille yrityksille, vaikka ulkomaisen tuotteen läpilyönti rock'n'rollin kotimaassa vaatii melkoisia markkinointiponnistuksia. Ensimmäinen kohde suuntautui Montreal guitar show:hun Kanadassa, jossa kävin vertailemassa markkinoilla tarjottavia kilpailevia tuotteita. Kutsujen pohjalta näytteilleasettajaksi valittaville yrityksille tapahtuma on vuosien varrella muodostunut Pohjois-Amerikassa tärkeäksi tapahtumaksi ja suunnattu erityisesti korkealaatuisten kitaroiden valmistajille ja heidän asiakaskunnalleen. Merkillepantavaa tapahtumassa on se, että mukana on ainoastaan korkean profiilin omaavia 1-10 henkilön yrityksiä eikä suuria valmistajia päästetä lainkaan mukaan. Tällöin myös asiakasprofiili on laatutietoista ja jopa maksuvalmista, sillä soittimiin kiinnitettyjen Sold -lappujen määrästä päätellen myös kauppa kävi tapahtumassa vilkkaasti.

Tuotekehitysprojektimme kannalta huomionarvoista tapahtumassa oli erityisesti se, ettei korkealaatuista laminaattikitaroita esitellyt yksikään näytteilleasettajista, vaikka yleisesti tiedetään, että usealla yrityksellä on vähintäänkin vastaavanlaisia suunnitelmia menetelmän käyttöönotosta.



Kuva 1. Montreal Guitar Show  
(*montrealguitarshow*).

Tutkimuksen toinen kohde oli New York Cityssä, Staten Islandilla sijaitsevassa kuuluisassa Mandolin Brothers soitinliikkeessä, joka kuuluu neljän arvostetuimman kitarakaupan joukkoon Yhdysvalloissa. Tarkoitukseni oli selvittää mahdollisuuksia sekä kilpailutilannetta Yhdysvalloissa. Kiinnostus pääsystä maailman suurimmille kitaramarkkinoille on luonnollista ja vierailun aikana käytyjen keskustelujen pohjalta myös mahdollista. Eurooppalaisten soitinten läpilyönti Yhdysvalloissa on kuitenkin työlästä ja osittain sidoksissa Euron ja Dollarin kurssin suhteeseen, joten luotettavan ja motivoituneen jälleenmyyjän valintaan on perehdyttävä huolellisesti. Myyntikanavan tehokkuus sekä ostopaikan imago on myytävän tuotteen sijoittumisessa markkinoille erityisen tärkeä jälleenmyyntikanavaa valittaessa, jolloin korkean profiilin kitarakauppa on sikäli varma valinta, että asiakaskunnan luottamus tarjolla oleviin tuotteisiin on vakiintunut vuosien varrella sekä tavallisesti asiakassuhteet ovat yrityksessä henkilökohtaisia ja pitkäikäisiä.



Kuva 2. Mandolin bros. Staten Island, New York.



Kuva 3. Omistaja Stan Jay testaamassa Martin OM-kitaraa.  
(Mandolin Brothers)

## 7. INVENTAARIO

Lähtötilanteen selvittämiseksi ovat kaikki projektiin liittyvät työvaiheet listattava ja tarkistettava materiaalien ja osien riittävyys. Päätimme liittää katselmuksen osaksi Lottonen Guitarsin vuosi-inventaariota 2010, jonka yhteydessä eriteltäisiin omaksi osakseen T/K -projektiin sidottavat materiaalit. Materiaaleista laadittiin lista ja sen pohjalta projekti pilkottiin alihankintaosuuteen, osavalmistukseen, kokoonpanoon sekä myyntiin ja markkinointiin.



Kuva 4. Lottonen Guitars oy:n varastoa.

Kevään 2010 aikana listalla olevia tuotteita on täydennetty sekä materiaali/osavarastoa on täydennetty nollasarjan sekä sen jälkeisen tuotannon valmistusta silmälläpitäen. Syksyn 2010 aikana aloitettiin osavalmistus sekä rakenteellisten ratkaisujen tutkiminen mm. kaulaliitoksen pulttikiinnityksen osalta. Keväällä 2011 oli nollasarjan kaulojen liitokset työkaluineen valmiina ja testattuina. Syksyllä 2011 nollasarjan kokoonpano aloitettiin ja sarjasta erotettiin yksi proto kokoonpanon työvaiheistuksen varmistamiseksi. Koko nollasarja oli valmis 2012 keväällä.

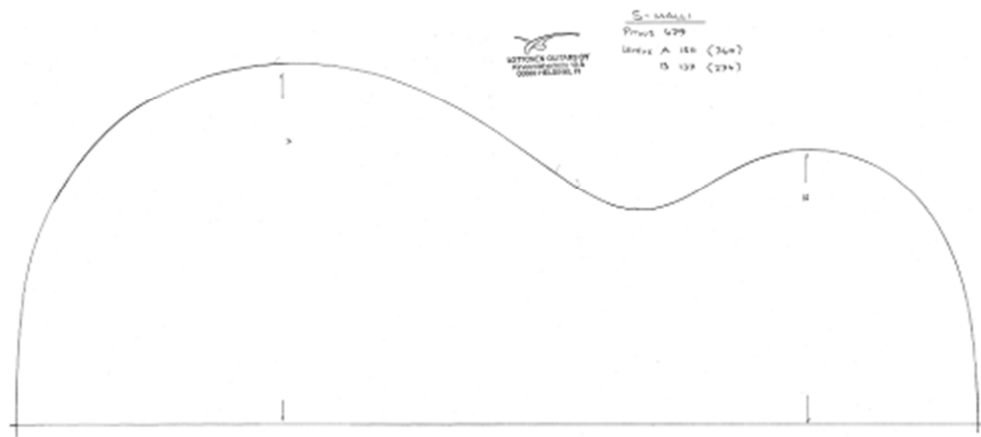
## 8. PROJEKTIN YHTEISTYÖKUMPPANIT

1.2.2010 vierailimme Koulutuskeskus Salpauksessa Lahdessa, jossa muotoilun ja mallintamisen opettajan toimesta on jo vuosia oppilastyönä mallinnettu Lottonen Guitars oy:n soittimien osia sekä valmistettu CNC jyrsittyjä prototyyppejä osista. Soittimien mallinnukset on tehty RhinoCeros -ohjelmalla muun muassa Jazzkitaroiden kaarevien kansien ei-matemaattisesti muuttuvien pintamuotojen vuoksi.

Vierailun tarkoituksena oli esitellä alkanut kehitysprojekti, sekä selvittää kaulaa varten tehtävät muutokset. Kaulaprofiili sekä pään muoto kaipasivat edelliseen versioon pieniä korjauksia sekä kaulan ja rungon liitos muuttuu pulttikiinnitykseksi useiden modernien teräskielisten valmistajien tapaan. Salpauksen työkuorman vuoksi oli nollasarjaprojektin kannalta luontevaa valmistaa ensimmäiset kaulat ns. verstaasversioina vanhoilla valmistusmenetelmillä, jolloin CNC työstettyjen versioiden valmistuminen ajoittuisi jatkoprojektiksi tälle nollasarjalle.

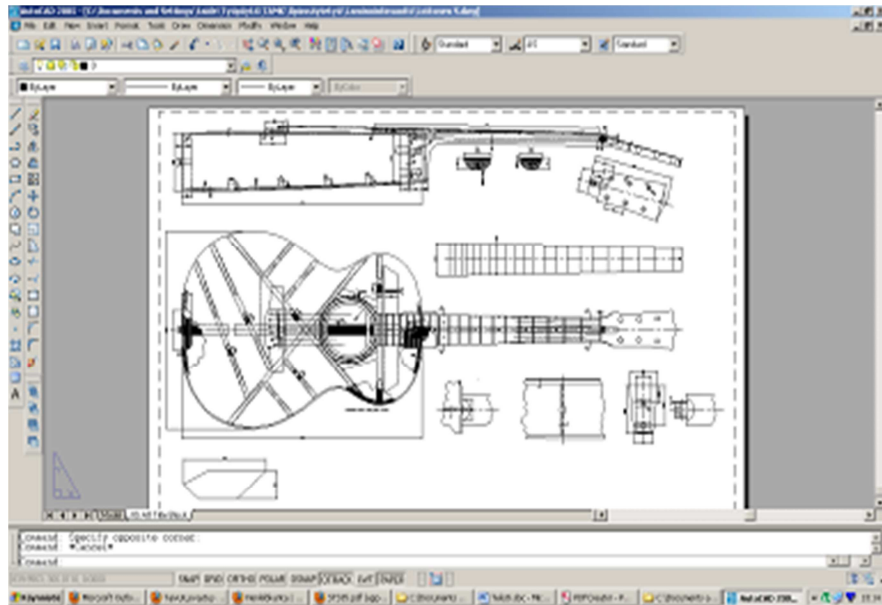
## 9. RAKENNEPIIRUSTUS

Syksyn 2010 aikana Lottonen Guitars oy:ssä työskennellyt Soitinrakennusalan perustutkintoa suorittava Tuomas Juntunen valmisti S-mallista rakennepiirustuksen AutoCad -ohjelmalla. Piirustus sekä S-mallin nollasarjan osien valmistus sekä kokoonpanotyö liittyivät samalla Juntusen omaan lopputyöhön Ikaalisten käsi- ja taideteollisuusoppilaitoksen Kitaranrakennusosastolle. (Liite 1).



Kuva 5. S-mallin originaalipiirros.





Kuva 6. S-mallin Autocad-työpiirros.

## 10. SIVUJEN LAMINOINTIMUOTTI

Kaarevien kitaran sivujen viilujen laminointi on aikaa vievä ja tarkka työvaihe, joka aiemmin on suoritettu verstaalla yksittäiskappaleina toteutettuina liimauksina. Työ suoritetaan leikkaamalla viilut sopivan mittaisiksi, lämpökovettuva liima levitetään viilujen pintaan ja viilut puristetaan kaarevan muotin ympärille. Menetelmä on lähinnä perustunut Selmer-Maccaferri jazz-kitaroiden perinteisiin työmenetelmiin. Menetelmä on monella valmistajalla yhä käytössä, sillä näiden soitinten taikauskoinen asiakaskunta on tarkka jopa soitinten valmistustavoista, jotta kyseisellä soitinmallilla aikanaan soittaneen Django Reinhardtin henki jollain omituisella tavalla siirtyisi myös uusiin soittimiin. Hitaan ja työlään työvaiheen korvaamiseksi mietimme aluksi erästä verstaasversiota, tuotannoltaan tehokkaammasta laminointimenetelmästä, joka perustuisi kaksipuoleisesta muotista sekä näiden väliin asemoitavasta paineilmalla täytettävästä paloletkusta. Paloletkun täyttäminen aiheuttaisi tasaisen puristuksen laminoitavien viilujen ja muotin seinämän väliin. Menetelmä on käytössä eräillä metsästys sekä tarkkuusammuntajousien pienvalmistajilla.



Projektimme perusajatus oli kuitenkin saada osien valmistus ulkoistettua mahdollisimman tehokkaasti myös kustannussäästöjen vuoksi, ja tästä syystä luovuimme verstaasversion kehittämisestä pidemmälle, sillä se sitoisi liiaksi työvoimaa osavalmistukseen. Korvaavana menetelmänä päädyimme laminoinnin ulkoistamisen alihankkijayritykselle, jonka suurella prässillä laminoidaan myös mallin pohja-aihiot. Tämän suunnan ottaminen tehostaa sivujen valmistusta merkittävästi, sillä muotista riippuen voidaan puristaa samanaikaisesti leveä aihio, josta voidaan irrottaa 4-6 valmista sivua.

Syksyn 2010 aikana varmistui vanhan alihankkijayrityksen tuotannon siirto Latviaan, jonka johdosta oli tärkeää etsiä logistisista sekä yrityksen sekä tuotteen imagollisista syistä uusi kotimainen alihankkija laminoitaville osille. Aikataulullisesti tämä tietenkin tarkoitti laminoitujen sivujen toimituksen viivästymistä ja lisätyötä, sillä kuten muukin puutuotealan alihankintakenttä, myös laminoituja rakenteita valmistavien yritysten määrä Suomessa on merkittävästi vähentynyt.

Riittävän tarkan ja leveän muotin valmistukseen ainoa järkevä menetelmä on CNC -työstö. Perehtyessäni potentiaaliin Pirkanmaalla toimiviin 3-D mallinnus sekä CNC -työstö yhteistyökumppaneihin, otin yhteyttä Tampereen ammattiopiston Valimoinstituuttiin päästäkseni tutustumiskäynnille ja saadakseni tilaisuuden kertoa hankkeesta.

Valimoinstituutti tarjoaa 3D digitointi- ja mallinnuspalveluja lähinnä metalliteollisuuden tarpeisiin, mutta asiakkaita on myös monilta muilta toimialoilta. Käytössä olevien laitteiden avulla pystytään digitoimaan jo olemassa olevia kappaleita sekä koskettavalla mittauskärjellä että kappaletta koskettamatta tasolaserskannerilla.

Käänteinen mallinnusmenetelmä tuntui soveltuvan monimutkaisten muuttuvakaaristen esineiden mallintamiseen paremmin kuin perinteinen 3-D mallinnus. Valimoinstituutin tutkijat ystävällisesti esittelivät vierailuni aikana Valimoinstituutin skannausmenetelmiä sekä pohdimme yhdessä soittimien skannaamiseen ja mallintamiseen liittyviä erityisvaatimuksia sekä ongelmia. Instituutin mallinnuspalveluita on vuosien varrella käyttänyt muitakin soitinalan yrityksiä, joten vierailun aikana varmistui menetelmän soveltuvuus myös omiin käyttötarkoituksiimme.

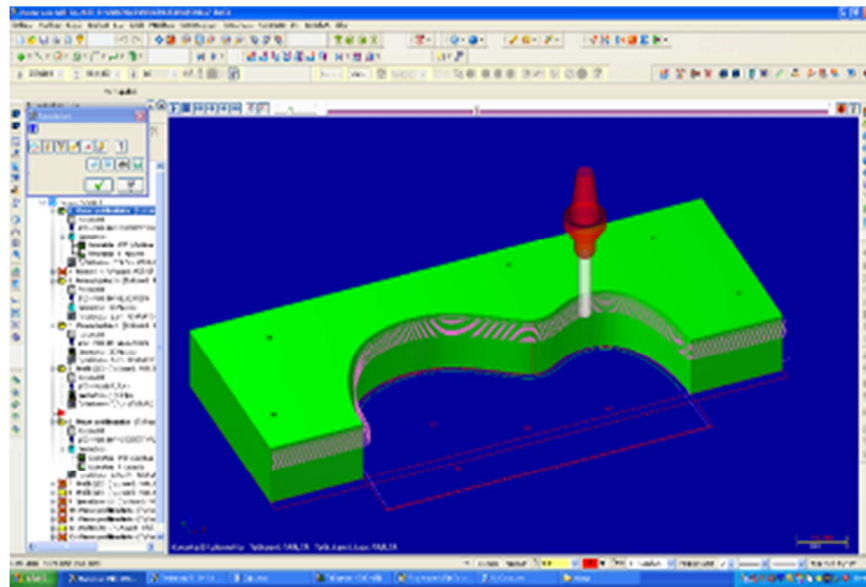
Tapasin vierailun aikana myös valumallin valmistuksen opettajan Tampereen ammattiopistossa. Esittelemäni hankkeen laminointimuotin jysintä soveltui hyvin harjoitustyöksi meneillään olevaan opinto-ohjelmaan ja laminointimuotinvalmistus sovittiin valumallinvalmistajien työstettäväksi oppilastyönä.

Alkuperäisen sivumuodon digitoinnin yhteydessä huomattiin, ettei graafisen alan yleisesti käyttämä skannausmenetelmä sovellu täysin 1:1 suhteen siirtämiseen CAD – ohjelmaan, sillä skannerin pieni skaalausvirhe muutti alkuperäistä designia hieman. Sivumuoto jäljennettiin digitaalikuvaksi tarkemmalla menetelmällä 3-D laserskannerin avulla.



Kuva 7. Valimoinstituutin Faro 3-d käsivarsi laserskanneri.

Skanneri on varustettuna 6mm pallokosketuskärjellä ja skannaaminen toteutettiin valmistamani sivumallineen reunaan pitkin käsivaralta 1mm välein. Skannauksesta saatiin aikaan pistejono, joka siirrettiin spline muodossa Catia mallinnusohjelmaan, jossa laminointiteknisistä syistä tehtiin tarvittavat levytykset reunamuodolle. Mallinnuksen jälkeen tiedosto siirrettiin Step-tiedostona Mastercamille ja jysintää varten tehtiin työstöradat. CNC -jysintä toteutettiin Bridgeport TM 1000 työstökeskuksella.



Kuva 8. esimerkkikuva laminointimuotin työstöradasta.

Ulko- ja sisämuotin väliin jätettiin 8,2 mm rako, jotta muotin molempiin pintoihin asemoitavat 3 mm paksuiset lämmitysvastukset sekä yhteensä 2,2mm paksuiset laminoitavat viilut mahtuisivat tarkasti muotin sisään ja muotit painautuisivat toisiaan vasten koko matkalta tiiviisti. Muotin valmistuksessa käytetyt speksit olivat vanhan laminointiyrityksen käytössä ja oletusarvoina toimisivat myös jatkossa.

Valmiista tuotteesta tai komponentista valmistettavaan tietokonemalliin sekä komponentin muokkaamista tietokoneavusteisesti kutsutaan käänteiseksi tekniikaksi (eng. reverse engineering). Tuote tai komponentti skannataan tai läpivalaistaan ja saadusta digitaalisesta informaatiosta, joka voi olla pistepilvi tai kuva, muodostetaan matemaattisesti tarkka CAD – malli. Tietokonemallia voidaan tämän jälkeen muokata eli muuttaa tai korjailla, kuten alusta asti CAD-ohjelmalla rakennettua mallia. (*Reverse engineering, an industrial perspective, 2008*).



Kuva 9. Valumallinvalmistajaopiskelija Timo Pirilä valvoo jysintää.

Muotti kasataan pitkien kierretankojen avulla, jotta rakenne saa elää kosteus- sekä lämpötilan vaihtelun mukaan. Samalla muotin leveyttä voidaan säätää ”lappuja” lisäämällä tai poistamalla. Käytettävä vaneri on interior vaneria, jonka tärkeä ominaisuus on, ettei siinä käytettävä liima johda sähköä samalla tavoin, kuin tavallinen koivuvaneri.



Kuva 10. Kasatut ja pinnoistaan hiottut muotit.

Syksyllä 2011 valmiit muotit toimitettiin Halikossa toimivaan yritykseen, joka on toiminut 30 vuoden aikana puumuotopuristeiden alihankkijana lukuisille yrityksille. Muotteilla suoritettiin puristuskokeet, joiden tuloksena oli, että muottien puristuspinta tulee uudelleen koneistaa sekä muottien välinen rako pitää pienentää ohuemmille lämmitysvastuksille soveltuvaksi. Menetelmä poikkesi aiemman yrityksen menetelmästä hieman, joten oli helpointa valmistaa kokonaan uudet muotit. Tieto oli projektin aikataulun kannalta takaisku, mutta hyvä osoitus ulkoistetun tuotekehitysprojektin sisäisen tiedonhallinnan tärkeydestä. Muottien valmistusmenetelmästä oli alun perin monenlaisia näkemyksiä, joista valikoitui omista lähtökohdistamme loogisimmat ja käyttökelpoisimmat toteutukset. Kuitenkaan laminointeja valmistavasta yrityksestä ei vielä tuolloin ollut varmuutta ja muotit valmistettiin jälkikäteen ajateltuna puutteellisin taustatiedoin. Käytännössä kuitenkin prosessi on samansuuntainen eli muottien pinnat jyrsitään vielä muottien kasauksen jälkeen 5-akselisella cnc-jyrsimellä, jolloin muottien pinnanlaatu on korkeampi.



Kuva 11. Formesa ky:n laminointipuristin.

## 11. LAMINAATTIKITARAN OSAT

Kitaran osat voidaan karkeasti jakaa mallikohtaisesti yrityksessä valmistettaviin osiin sekä suurilta tavarantoimittajilta ostettaviin valmisosiin. Näitä yhdistelemällä saadaan luotua erilaisia variaatioita sekä räätälöintejä asiakaskohtaisesti. Yrityksessä valmistettavat osat voidaan sarjoittaa tai ostaa alihankintana määrättyyn vaiheeseen valmiina kustannusten pienentämiseksi. Valmisosien ostaminen suoraan valmistajalta tuo säästöjä erilaisten tukku- sekä vähittäismyyntiportaiden katteiden puuttuessa tuotteen loppusummasta.

Esittelen tässä kappaleessa joitain keskeisiä valmistuksen vaiheita sekä eräitä valmistuksessa käytettäviä apulaitteita. Varsinaiset tuotannossa käytettävät koneet ja laitteet ovat yleisesti käytössä olevia puuntyöstökoneita. Erään suuren kitaravalmistajan mukaan teräskielisen kitaran valmistuksessa on laskettavissa noin 300 eri työvaihetta, joten en aio paneutua valmistuksen kaikkiin vaiheisiin ja äänenmuodostumisen saloihin kovin syvällisesti. Kitaranrakennuksesta on kirjoitettu lukuisia kirjoja sekä internetin kautta eri valmistajat tarjoavat yksityiskohtaista tietoa omien tuotteidensa valmistuksesta, joten tässä opinnäytetyössä en pyri puhdistamaan pöytää kaikesta kitaranrakentamiseen liittyvästä, vaan keskityn yhden tuotekehitysprojektin olennaisiin vaiheisiin ja komponentteihin.

Osien valmistuksesta sekä tarvittavien apulaitteiden valmistuksesta vastasi Ikaalisten käsi- ja taideteollisuusoppilaitoksen Kitaranrakennusosaston opiskelija Tuomas Juntunen.

### 11.1 Kitaran kaula

CNC-ohjelman viimeistelyn aikana valmistettiin nollasarjaa varten omavalmistuksena kitaran kaulat. Hyvien apulaitteiden avulla kaulan valmistaminen on melko nopeaa ja kaula voidaan koneistaa muutamalla asetuksella viimeistelyvaiheeseen, mutta valmistus soveltuu tästä syystä myös erinomaisesti ulkoistettaviin työvaiheisiin.

Kaulan ja rungon liitos on muotosulkeinen liitos, jossa osat liitetään toisiinsa kahdella lieriökantaisella M8 vakiokierteisellä kuusiokoloruuvilla. Liitoksen soveltuvuus tutkitiin huolella ja yrityksessä päädyttiin kuvien mukaiseen liitosmenetelmään. Liitoksen etuna on kaulan ja rungon valmistaminen ja viimeistely toisistaan erillään, nopea ko-

koonpano sekä kaulakulman helppo muuttaminen soittimen elinkaaren tietyssä vaiheessa.

Kitaran normaalivireessä kielistä syntyy käytetyistä kielivahvuuksista riippuen maksimissaan 784.53 N voima, josta aiheutuva vetokuormitus jakautuu tasaisesti kahdelle M8 kiinnitysruuville. Tavallisen 8.8 lujuusluokituksen ruuvien myötöraja on noin 640 MPa, joten ruuvien kesto sekä kiinnityksen varmuuskerroin on lujuusopillisesti merkittävästi ylimitoitettu kuormitukseen nähden. Kiinnitysmenetelmän valintaan vaikuttavat kuitenkin toisiinsa kiinnitettävien materiaalien ominaisuudet sekä kiinnitystarvikkeiden saatavuus markkinoilta. Suomen suurimman kiinnitystarvikkeiden maahantuojaan varastosta pienin tarkoitukseemme soveltuva lieriömallinen vastamutteri oli M8 kierteellä, joten liitos suunniteltiin nollasarjaan sen mukaisesti.

Liitosmenetelmän heikkous perinteiseen liimaliitokseen verrattuna on kilpailijoilla ollut puun kosteus elämisestä sekä tärinästä johtuva vähittäinen ruuvien ja mutterin löystyminen. Jotta liitoksen purkaminen tarvittaessa olisi helppoa, ei lukitteiden käyttö ole tässä tapauksessa vaihtoehto. Nollasarjan valmistuttua liitoksen käyttäytymistä seurataan ja kiinni pysyminen varmistetaan osittain suuremman kierteen kitkapinnan avulla ja tarvittaessa kiinnitykseen lisätään joustoaluslaatta, johon varastoituu kiristyksessä jännitys, joka estää liitoksen löystymisen ajan kuluessa.



Kuva 12. Kaula-aihiot.





Kuva 13. Kaulaliitos ja poraustyökalu osan kiinnitinruuvien ja mutterien rei'ille.



Kuva 14. Kaulan profiili muotoilussa.



## 11.2 Kitaran kansi

Kannen ensisijainen tehtävä on kielten näppäilystä välittyvän energian muuttaminen kuultavaksi ääneksi. Toiseksi kannen tulee ottaa vastaan kielten aiheuttama jännitys, jota varten kannen sisäpuolelle on asemoitava tukirimoitus. Rimojen tehtävänä on myös jakaa resonansseja pienempiin osiin äänenkuvan tasapainottamiseksi. Kitaroiden laatuero syntyy suureksi osaksi tämän energiasiirtoketjun hyötysuhteesta. Suurilla yrityksillä ei ole mahdollisuutta optimoida soittimen eri osien jäykkyys/massa tasapainoa toisiinsa samalla tavoin, kuin pienemmillä yrityksillä. Suuret yritykset joutuvat tuotannollisista syistä tekemään kaikki työvaiheet aina samalla tavalla, huolimatta siitä tosiasiasta, että puisten osien ominaisuudet vaihtelevat suuresti. Jako tuotannon ehdoilla tapahtuvasta soitinvalmistuksesta sekä materiaalien ehdoilla tapahtuvasta soitinvalmistuksesta jakaa valmistajat karkeasti asiakkaiden kannalta hyviä ja kalliita, sekä halpoja ja huonoja soittimia valmistaviin yrityksiin.



Kuva 15. Kansi rimoitettuna.

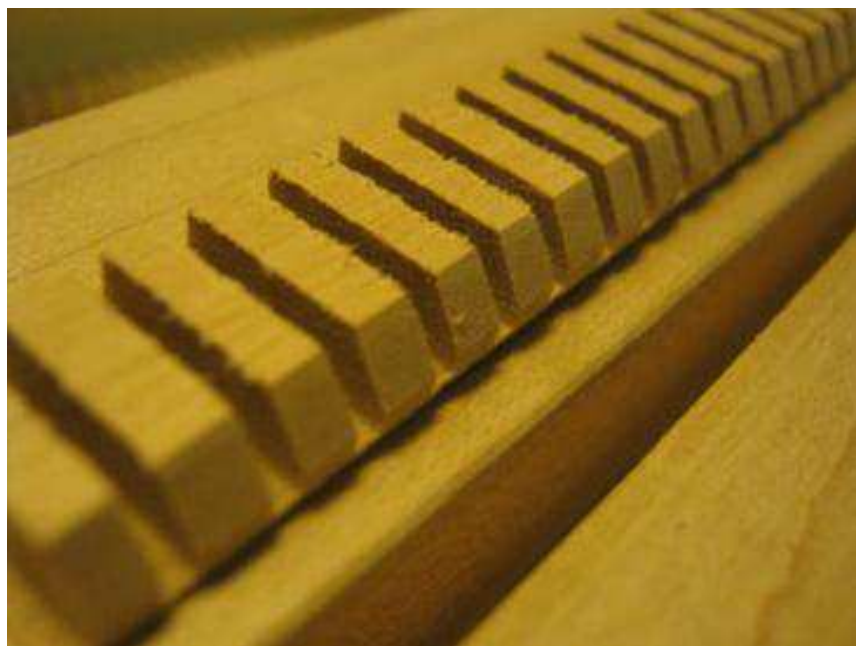
### 11.3 Kitaran pohja



Kuva 16. Pohjat viimeistelyvaiheessa.

### 11.4 Liimalistat

Liimalista liimataan sivuihin, jolloin kannen sekä pohjan kiinnityspinta-ala sivuihin lisääntyy. Materiaalina kannattaa käyttää pehmeitä lehtipuita jotka johtavat mahdollisimman huonosti värähtelyjä soittimen kannesta muualle soittimeen. Listat uritetaan, jotta lista olisi helposti taivutettavissa soittimen sivujen mukaisesti.



Kuva 17. Uritettu liimalista.

### 11.5 Peräkappale



Kuva 18. Peräkappaleet logolla varustettuna.

### 11.6 Kannen tukilevy

Kannen sisäpuolelle kiinnitettävän tukilevyn tehtävänä on edelleen jakaa kielten vedosta kanteen aiheutuva jännitys laajemmalle alueelle sekä ehkäistä kielten päihin kiinnitettyjen stoppareiden tunkeutuminen pehmeään puun sisään.



Kuva 19. Kanteen liimattu tukilevy.

### 11.7 Kaulapalikka

Kitaran kaulan päässä oleva uloke kiinnitetään kokoonpanovaiheessa runkoon kiinnitettyyn tukevaan vastakappaleeseen, jolla varmistetaan liitoksen luja rakenne. Liitokseen kohdistuu kielten vedosta aiheutuva vääntö, joka vastaanotetaan riittävällä varmuusker-toimella.



Kuva 20. Kaulapalikan liitosuran jysintämalline

### 11.8 Reunalistoitus

Listamateriaalitoimittajia löytyy Euroopasta useita. Hintakilpailu takaa, ettei toimittajien välillä ole kovin suuria eroja. S-mallissa valittiin muovilistat niiden helpon asennuksen vuoksi.

### 11.9 Rosette

Rosette on kitaran kanteen, ääniaukon ympärille upotettu usein koristeellisen näköinen vahvike. Rosette ehkäisee kantta halkeamasta ääniaukon kohdalta ja jäykistää kantta heikosta kohtaa, johon kohdistuu kielten aiheuttama jännitys. Ääniaukko vahvistetaan myös kannen sisäpuolelta rimoittamalla.



Kuva 21. Rosetteleikkuri

#### 11.10 Otelauta

Otelautojen valmistuksessa klassinen mittaa, merkkäämis- ja sahaamisen menetelmä on perusteltu joissain yksittäiskappale tuotteissa, jolloin tuotannon joustavuus antaa mahdollisuuden käyttää kaikkia maailmalla käytössä olevia otelautamitoituksia sekä niiden variaatioita. Haittapuolena luonnollisesti on menetelmän hitauden lisäksi se, ettei varastoon ole järkevää valmistaa useita valmiita otelautoja, niiden hitaan varastokierron takia. Poikkeuksena mainittakoon yleisimmät suurten valmistajien standardimittaiset otelaudat ruusupuu sekä eebenpuuvaihtoehtoina.

S-mallin otelaudan suunnittelussa lukkoon lyödyt mitat sekä ennakkoon suunnitellut tuotantomäärät mahdollistavat otelautojen valmistamisen sarja sekä vaihetyönä, jolloin valmistus nopeutuu ja kustannukset halpenevat. Valmistus tapahtuu siten, että otelaudat asemoidaan yksitellen kussakin työvaiheessa työkaluun tai apulaitteeseen ja jyrjitään haluttuun mittaan.



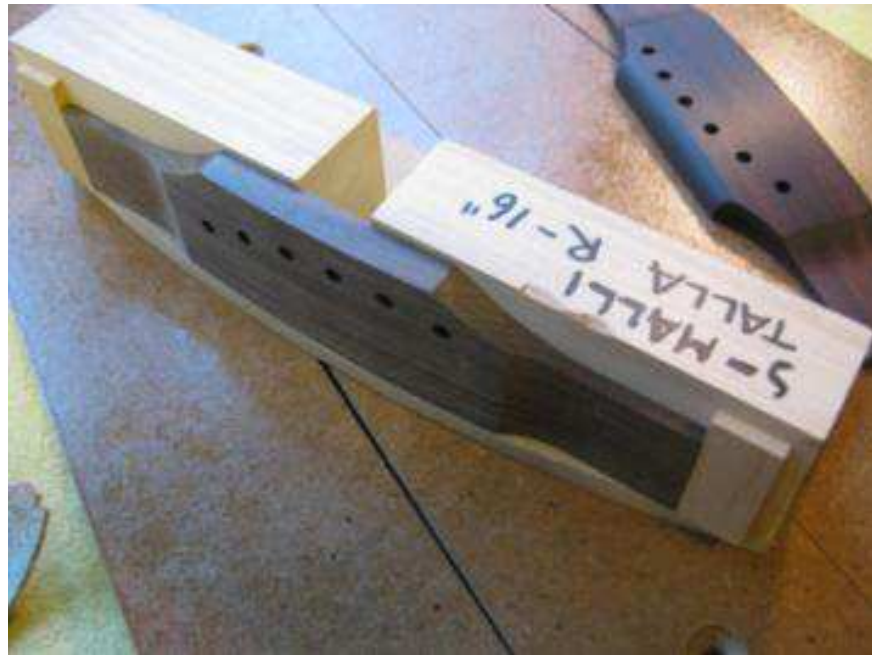


Kuva 22. Otelautojen jyrsintämalline.

#### 11.11 Talla

Tallan tehtävänä on kiinnittää kielet soittimen kanteen ja tallaluun kautta välittää kielten värähtely soittimen kanteen sekä muihin osiin. Tallan muotoilu tukee kantta kielten aiheuttamaa vääntöä vastaan ja jakaa kielten vedon aiheuttaman jännityksen kannessa laajemmalle alueelle. Kielten reikien etäisyydellä toisistaan säädellään soitettavuutta sekä asemoimalla kiinnitysreiät kaarelle säädellään tallaluuhun kohdistuvaa kielten painetta.

Tallojen valmistuksessa on pyrittävä materiaalin tasalaatuisuuteen valmistuserästä toiseen, sillä tämä osa kiinnitetään soittimen äänentuoton kannalta kriittiseen paikkaan. Massa/jäykkyys suhteeltaan toisistaan poikkeavat vaihtoehdot tuottavat erilaiset tulokset soittimen värähtelyominaisuuksiin ja siten soittimesta kuultavaan äänenkuvaan.



Kuva 23. Tallan kaaren hiontatyökalu. Kaari muotoillaan otelaudan säteen mukaiseksi.



Kuva 24. Pääviilu sekä otelaudan päästä pilkistävä kaularaudan säätömutteri

### 11.12 Kaularauta

Kaularaudan tehtävänä on vastustaa kielten vedosta aiheutuvaa kaulan taipumista. Rauta valmistetaan 5mm vedetystä akselistä, jonka päihin kierteutetään ankkuria sekä säätömutteria varten M5 kierre. Kaularauta asemoidaan kaulan sisään otelaudan alle jysästyyn uraan ja sen kireyttä voidaan säätää kaulan päähän tehdyn aukon kautta.



Kuva 25. Kaularauta

### 11.13 Kitaran pintakäsittely

Kitara pintakäsitellään ruiskuttamalla polyuretaanilakalla. Pintakäsittelyn tehtävä on suojata soittimen pinta moitteettomana vuosien ajan. Kaikki lakkapinnat kiilloitetaan työn helpottamiseksi osat erillään. Pintakäsittelymenetelmästä riippumatta soittimen pintaan jäävän kerrospaksuuden tulee olla mahdollisimman ohut, jotta sillä olisi mahdollisimman vähän vaikutusta soittimen äänenkuvaan.





Kuva 26. soitin pintakäsittelyssä

## 12. KOKOONPANO JA VIIMEISTELY



Kuva 27. Kokoonpanomuotissa soittimen kopan osat liitetään yhteen.

Kokoonpano ja viimeistely ovat korkealaatuisten soitinten valmistusprosessin tärkeimpiä osa-alueita, joita ei ole järkevää ulkoistaa yrityksen ulkopuoliselle alihankkijalle. Näiden kriittisten työvaiheiden erityisosaamisen hallinta vaatii laadukkaan työjäljen

lisäksi koko osavalmistusketjun tuntemista, sillä hyvienkin osien huolimaton kokoonpano voi muodostaa rakenteisiin ei toivottuja jännityksiä ja saattaa tarvella koko soittimen herkäät värähtelyominaisuudet. Tämän vuoksi kokoonpanossa käytetään mahdollisimman kevytrakenteisia muotteja sekä apulaitteita, jolloin osien hyvä sovittaminen toisiinsa korostuu ilman raskaiden puristinten käyttöä.

S-mallin nollasarjasta erotettiin kokoonpanovaiheessa yksi soitin protomalliksi, jotta kokoonpano ja viimeistelyvaihe voitiin viedä kerran loppuun saakka. Tällä menettelyllä pyrittiin varmistamaan osien yhteensovittaminen sekä hienosäätämään kokoonpanovaihetta. Projektin aikana tehdyn markkinointityön ansiosta asiakkaiden kiinnostus kasvoi niin suureksi että kyseinen protomalli oli myyty ja maksettu, ennen soittimen lopullista valmistumista.



Kuva 28. Valmis Lottonen S-malli viimeistelysäädoissä työpöydällä

### 13. POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tuotoksena oli nollasarja eli 6 kappaletta Lottonen S-mallia. Sarjan toteutuksessa otettiin huomioon menetelmäsuunnittelun teoria tuotteen piensarjatuotantolähtöisessä valmistusmenetelmässä, sekä käytettiin ulkoistetun tuotekehityksen menetelmää. Menetelmän etuina ovat kulloisenkin tarpeen mukaan yhteistyötehtävät asiantuntijoiden kanssa sekä eri asiantuntijoiden kautta tulevat yrityksen toimintaan liittyvät ideat, joita usein yrityksen ulkopuolelta tulevat henkilöt näkevät eri näkökulmasta, kuin yrityksen oma henkilöstö. Ulkoistetuissa tehtävissä ovat haittoina erilaiset näkemykset toteutettavista projekteista sekä sitouttaminen yrityksen päämääriin. Erityisesti tiedon hallintaan sekä oikean tiedon siirtämiseen yhteistyökumppaneille on syytä kiinnittää erityistä huomiota, sillä tuotekehitystöiden kasvavien kustannusten ohella aikataulullisilla viivästyksillä menetetään usein myös myyntiä.

2000-luvun aikana on muodostunut suomalaisen prototalouden näkökulma, jossa yritysten tuotanto ei välttämättä perustu tuotteiden jatkuvaan valmistamiseen, vaan yrityksillä on erilaisia projekteja. Projektin tuotekehitystyön jälkeen valmistetaan rajallinen määrä tuotetta, jonka jälkeen tuotanto ajetaan alas ja tuote jälkimarkkinoidaan. Yritys on siten mukana tuotteen koko elinkaaren ajan, jonka jälkeen yrityksessä siirrytään uuteen vastaavaan projektiin. (*Lean -tuotekehitys verkostossa projekti*)

Nollasarjan valmistamisen metodilla yrityksen nykyisissä toimitiloissa voitaisiin toteuttaa maksimissaan noin 30–50 kappaleen vuosivolyymi, joka tarkoittaisi toimitilojen varaamisen vain tämän tuotteen valmistukseen. Käytännössä omana tuotantona valmistettavat sarjat ovat pienempiä ja toteutetaan muun yritystoiminnan ohessa, sopivissa tilauskantatilanteissa. Todennäköisin vaihtoehto tuotannon toteutukselle kuitenkin on etsiä sopiva yhteistyökumppani, jonka kanssa neuvotellaan ja sovitaan tuotteen valmistus- ja jakeluyhteistyön aloittamisesta.

Valmistetun kitaramallin nollasarjan ohessa yrityksen toimintastrategiaa ja tuotteiden valmistamisprosessia pohdittiin sellaisesta näkökulmasta, jonka vaikutukset tulevat näkymään jatkossa suoraviivaisempana ja tehokkaampana toimintamallina tuleville tuotteiden suunnittelu ja valmistusprojekteille. Tärkeimpänä suuntana yrityksen kokonaisuuden kehittämisessä on jatkossa keskittyä niihin toiminnan ydinalueisiin, jotka yrityk-

sessä todella hyvin osataan ja pyrkii edelleen hallitusti ulkoistamaan välttämättömät suunnittelu- ja valmistusrutiinit ammattitaitoisten henkilöiden ja yritysten tehtäviksi. Ulkoistamisen ja alihankintaketjutuksen yhteydessä on erityisesti muistettava, ettei yrityksen imagolle ja toimintastrategialle saa tapahtua vahinkoa, jonka seurauksena yrityksen ydintoiminta vaarantuu. Laadukkaat ja tarkoin valitut yhteistyökumppanit pystyvät kuitenkin tuomaan lisäarvoa tuotteelle ja parhaassa tapauksessa myös koko yrityksen toiminnalle.

Käsityövaltaisen pienyrityksen tuotanto, tuotekehitys ja tuotannonsuunnittelu on usein vaikea erottaa toisistaan. Käsityöyrityksen tuotteiden valmistaminen tapahtuu asiakaslähtöisesti ja tuotteet räätälöidään kullekin asiakkaalle erikseen sopivaksi, eikä tuotteiden valmistaminen varastoon ole järkevää. Tällöin voidaan ajatella, että useassa yrityksessä koko valmistaminen on jatkuvaa tuotekehitysprosessia, eikä sarjatuotannon etuihin päästä käsiksi usein lainkaan. Kuitenkin tämä tulisi monessa yrityksessä ottaa paremmin huomioon ja kääntää se voimavaraksi, sillä juuri erikoisosaamisen, joustavuuden sekä korkean laadun vuoksi monella pienyrityksellä on kilpailuetu isompiin yrityksiin verrattuna.

Tämän opinnäytetyön aikana toteutetun tuotekehitysprojektin tuoteryhmän menekki perustuu hintaan ja laatuun. Hinnalla pienet yritykset eivät enää voi kilpailla markkinoilla, vaan laadun on oltava korkealla ja palvelukonsepti asiakasta lähellä. Lottonen Guitars oy:n voimavaroina ovat laaja asiakaskunta, pitkäaikaiset asiakkaat, sekä yrityksen pitkä traditio valmistaa korkealuokkaisia soittimia. Markkinoinnissa pitää ottaa voimakkaasti huomioon olemassa olevat asiakkaat, sekä sen rinnalla kehittää uusasiakastoimintaa. Tuotekehitysrintamalla yritys on aktiivinen ja mukana on mielenkiintoisia sekä perinteiseen kitaranrakennustraditioon nojaavia, että innovatiivisia tuotekonsepteja, jotka varmistavat yritykselle varman jalansijan markkinoilla vuosiksi eteenpäin.

## 14. LÄHTEET

Huonekaluteollisuuden toimialaraportti 2011,

(<http://www.temtoimialapalvelu.fi/index.phtml?s=103>)

Lean -tuotekehitys verkostossa projekti, Tuotekehitysverkoston uudet toimintamallit, VTT ja Lappeenrannan teknillinen yliopisto 2006–2008

(<http://www.vtt.fi/proj/leanver/index.jsp> [Viitattu 9.11.2011])

Mandolin Brothers Ltd, kotisivut, (<http://www.mandoweb.com>[Viitattu 9.11.2011])

Miljardin klusteri - kasvu keikoilla ja peleissä, Tilastokeskus, Tieto & trendit -lehti 4-5/2009. Aku Alanen,

([http://www.stat.fi/artikkelit/2009/art\\_2009-07-15\\_001.html](http://www.stat.fi/artikkelit/2009/art_2009-07-15_001.html) [Viitattu 9.11.2011])

Product design and development, Karl T. Ulrich, Steven D. Eppinger, ISBN 0-07-247146-8

Projektihallinnan käsikirja, Pelin Risto, ISBN 951-97430-5-7

Reverse engineering, an industrial perspective, Vinesh Raja, Kiran J. Fernandes, ISBN-13: 9781846288555

SITRA, Toimialaraportti, TOL 363 Soitinten Valmistus, Laadittu Syyskuussa 2000.

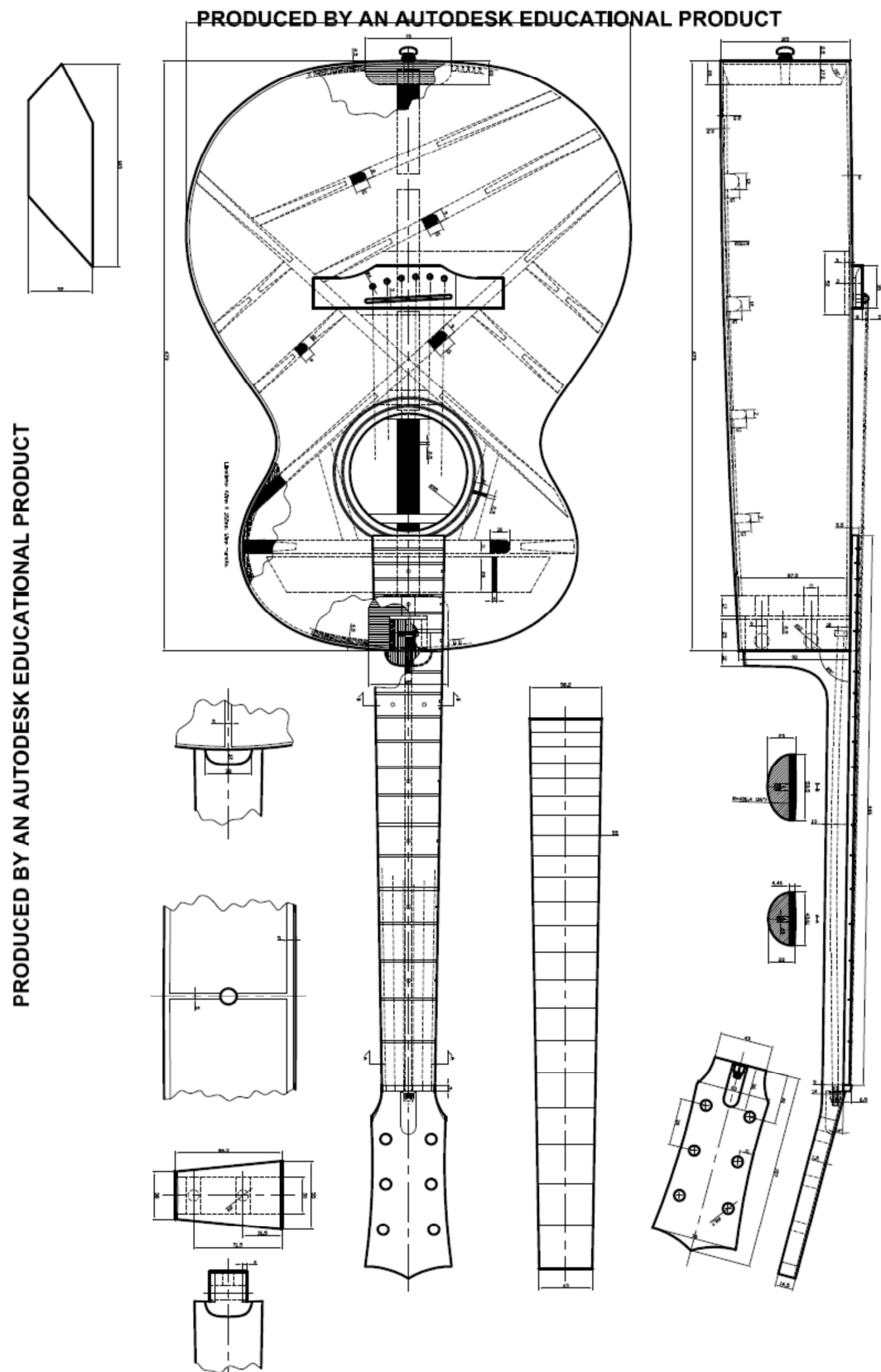
(<http://www.temtoimialapalvelu.fi/index.phtml?s=103>)

Tuotekehitysverkostojen uudet toimintamallit, Apilo, Kulmala, Kärkkäinen, Lampela, Mikkola, Nevalainen, Papinniemi, Ruohomäki, Valjakka, ISBN 978-951-817-954-5

Tutkimus- ja innovaationeuvoston Tutkimus- ja innovaatiopoliittinen linjaus 2011—2015,

([http://www.minedu.fi/OPM/Tiede/tutkimus-\\_ja\\_innovaationeuvosto/julkaisut/?lang=fi](http://www.minedu.fi/OPM/Tiede/tutkimus-_ja_innovaationeuvosto/julkaisut/?lang=fi) [Viitattu 1.3.2012])

## 15. LIITTEET



Liite 1. Lottonen S-malli, piirtänyt Tuomas Juntunen